

# Chapitre 8
# Débits





## 1. Généralités

Le débit est une notion proche de la vitesse. Le débit mesure le flux d'une quantité par unité de temps [a].

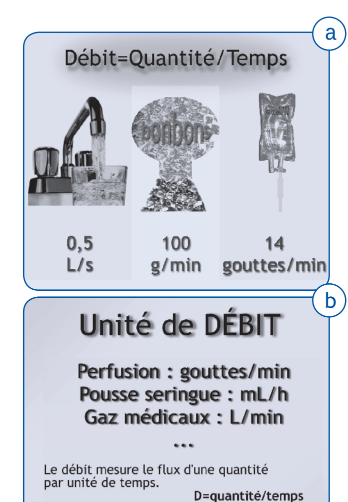
**D = quantité/temps**

La quantité est exprimée en unités de volume ou de masse ou en nombres d'objets.
Exemples :

- le débit de ce robinet est de 0,5 L/s.
- le débit de ce distributeur de bonbons est de 100 g/min.
- le débit de cette perfusion est de 14 gouttes par minute.

- L'unité de débit de perfusion est la goutte/min [b].
- L'unité de débit pour les pousses seringues électriques est le mL/h.
- L'unité de débit des gaz médicaux est le L/min.

On veillera dans tous les calculs de débits à respecter et uniformiser les unités utilisées.






## 2. Gaz médicaux



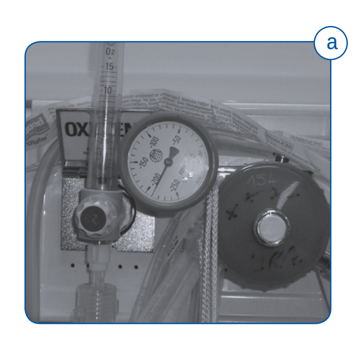
### 2.1. Généralités

Les gaz médicaux sont utilisés avec des débits prescrits.

L'utilisation de manomètres à aiguille ou à bille permet un réglage précis du débit gazeux, conforme à la prescription médicale, en L/min [a].

Un respirateur artificiel comporte de multiples réglages [b] :

- volume ;
- fréquence ;

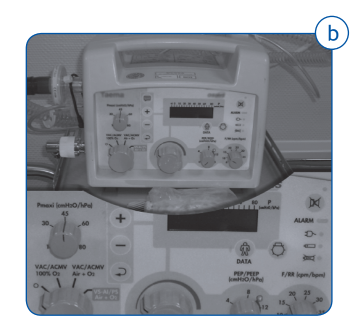


- pression ;
- composition (oxygène/air) ;
- alarmes…

☛ La part de l’oxygène dans l’air ambiant est de 21%.

☛ Bien connaître le matériel et bien comprendre la prescription, sont nécessaires pour assurer une surveillance efficace du patient en complément de l’observation clinique.

b




***Fiche juridique***

## L’utilisation des gaz médicaux

Article R4311-7 • Code de la santé publique

*L’infirmier ou l’infirmière est habilité à pratiquer les actes suivants soit en application d’une prescription médicale qui, sauf urgence, est écrite, qualitative et quantitative, datée et signée, soit en application d’un protocole écrit, qualitatif et quantitatif, préalablement établi, daté et signé par un médecin :*
*24° Administration en aérosols et pulvérisations de produits médicamenteux ; …*
*30° Vérification du fonctionnement des appareils de ventilation assistée ou du monitorage, contrôle des différents paramètres et surveillance des patients placés sous ces appareils ; …*
*32° Installation et surveillance des personnes placées sous oxygénothérapie normobare et à l’intérieur d’un caisson hyperbare ; …*



L’utilisation des gaz médicaux et la surveillance d’un patient sous respirateur sont des soins réalisés par l’infirmier sur prescription médicale.

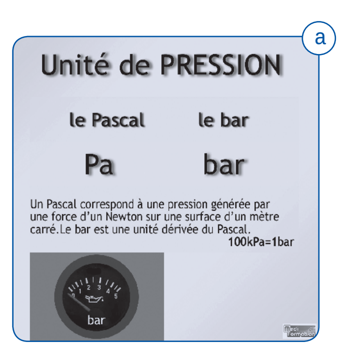
## 2.2. Pression et gaz

L’unité de pression du système international est le Pascal.
Un Pascal correspond à une pression générée par une force d’un Newton sur une surface d’un mètre carré.
Le bar est une unité dérivée du Pascal [a].

**100 kPa = 1 bar.**

On utilise plus couramment le bar. Un bar est la pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer.

a




Pressions utilisées par l’infirmier, des exemples :

- stockage en bouteille de gaz médicaux (oxygène), en bar (bar) ;
- aspiration réglée précisément (aspiration gastrique, drainage thoracique), en mbar (millibar) ;
- mesure de la pression artérielle, mmHg (millimètres de mercure) ;
- mesure de la pression veineuse centrale, cm d’eau (centimètres d’eau).

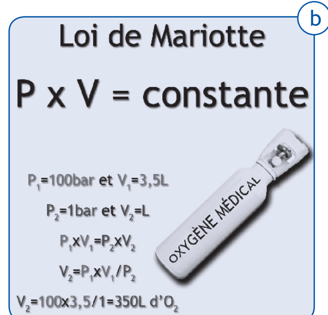
☛ Attention : bien respecter et indiquer les unités utilisées.

Exemple : pression artérielle systolique de 140 mmHg ou 14 cmHg et non « 14 ».

Le gaz (oxygène par exemple) contenu dans une bouteille est stocké sous pression. Un manomètre indique la pression interne à la bouteille.

- La loi de Mariotte précise que le produit du volume d'un gaz et de sa pression reste constant [b].

Ainsi, il est facile de calculer le volume de gaz utilisable présent dans une bouteille.




Exemple : bouteille de $V_1$ = 3,5 L (volume indiqué sur la bouteille) et avec une pression de $P_1$ 100 bar. On utilise le gaz à la pression atmosphérique, soit $P_2$ = 1 bar. Quel est le volume $V_2$ de gaz utilisable ?

La loi de Mariotte permet d'écrire : $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ soit $V_2 = P_1 \times V_1/P_2$ = 100 x 3,5/1 = 350 L.
On a dans cette bouteille de 3,5 L sous pression de 100 bar, 350 L d'$O_2$ utilisable à la pression d'1 bar.

*Fiche d'application*

## Concentration en pourcentage

**Question**

Un patient sous oxygène (6 L/min) est transféré dans un autre service. Durant le transport j'utiliserai une bouteille d'oxygène de 3,5 L avec une pression de 150 bar. Quelle est mon autonomie, en minutes, avant que la bouteille ne soit entièrement vide ?

**Réponse**

Quel est le volume d'oxygène utilisable à la pression atmosphérique d'1 bar ?
Loi de Mariotte, P x V = constante, soit Volume = 150 x 3,5/1 = 525 L d'oxygène.
Le débit prescrit étant de 6L/min, l'autonomie est de : 525/6=87,5min soit 1h 27min et 30s.



## Entraînement : Pression

### Exercice n° 1

**Question :**

On dispose d'une bouteille d'oxygène d'un volume de 14 L.
On utilise le gaz oxygène de cette bouteille à la pression de 1,5 bar et avec un débit de 7 L/min.
La bouteille est complètement vide en 200 min.
Quelle était la pression initiale de la bouteille en bars ?

**Votre réponse :**

**Réponse :** On recherche le volume de gaz utilisé avec un débit de 7 L/min pendant 200 min.
Soit 7 x 200 = 1400 L utilisés à la pression de 1,5 bar.
On recherche la pression initiale « p » de la bouteille; La loi de Mariotte indique que pour tout gaz « Pression x Volume = Constante » ; on écrit alors « p » x 14 = 1,5 x 1400.
Soit « p » = 1,5 x 1400 : 14 = 150 bar.

## Exercice n°2

**Question :**

On dispose d'une bouteille d'oxygène d'un volume de 6 L.
On utilise le gaz oxygène de cette bouteille à la pression de 1 bar et avec un débit de 10 L/min.
La bouteille est complètement vide en 90 min.
Quelle était la pression initiale de la bouteille en bars ?

**Votre réponse :**

**Réponse :** On recherche le volume de gaz utilisé avec un débit de 10 L/min pendant 90 min.
Soit 10 x 90 = 900 L utilisés à la pression de 1 bar.
On recherche la pression initiale « p » de la bouteille.
La loi de Mariotte indique que pour tout gaz « Pression x Volume = Constante ».
On écrit alors : « p » x 6 = 1 x 900 soit « p » = 1 x 900 : 6 = 150 bar.

## Exercice n°3

**Question :**

On dispose d'une bouteille d'oxygène d'un volume de 7 L et d'une pression de 150 bar.
On utilise le gaz oxygène de cette bouteille à la pression de 1,25 bar et avec un débit de 8 L/min.
Quelle est le nombre de minutes avant que la bouteille ne soit complètement vide ?

**Votre réponse :**

**Réponse :** On recherche le volume de gaz utilisable noté « v ».
La loi de Mariotte indique que pour tout gaz « Pression x Volume = Constante ».
On écrit alors : 150 (pression dans la bouteille) x 7 (volume de la bouteille) = 1,25 (pression d'utilisation) x v (volume utilisable recherché)
soit : v = 7 x 150 : 1,25 = 840 L d'oxygène utilisable.
On recherche maintenant le temps d'utilisation de ce volume gazeux avec un débit de 8 L/min.
Soit 840 : 8 = 105.
Soit par défaut 105 min avant que la bouteille ne soit complètement vide.

## Exercice n°4

**Question :**

On dispose d'une bouteille d'oxygène d'un volume de 5 L.
On utilise le gaz oxygène de cette bouteille à la pression de 1 bar et avec un débit de 10 L/min.
La bouteille est complètement vide en 87,5 min.
Quelle était la pression initiale de la bouteille en bars ?

**Votre réponse :**

**Réponse :** On recherche le volume de gaz utilisé avec un débit de 10 L/min pendant 87,5 min
soit 10 x 87,5 = 875 L utilisés à la pression de 1 bar.
On recherche la pression initiale « p » de la bouteille.
La loi de Mariotte indique que pour tout gaz « Pression x Volume = Constante ».
On écrit alors : « p »x 5 = 1 x 875, soit : « p » = 1 x 875 : 5 = 175 bar.

### Exercice n°5

**Question :**
On dispose d'une bouteille d'oxygène d'un volume de 18 L et d'une pression de 150 bar.
On utilise le gaz oxygène de cette bouteille à la pression de 0,75 bar et avec un débit de 8 L/min.
Quelle est le nombre de minutes avant que la bouteille ne soit complètement vide ?

**Votre réponse :**

**Réponse :** On recherche le volume de gaz utilisable noté « v ».
La loi de Mariotte indique que pour tout gaz « Pression x Volume = Constante ».
On écrit alors : 150 (pression dans la bouteille) x 18 (volume de la bouteille) = 0,75 (pression d'utilisation) x v (volume utilisable recherché).
soit : v = 18 x 150 : 0,75 = 3600 L d'oxygène utilisable.
On recherche maintenant le temps d'utilisation de ce volume gazeux avec un débit de 8 L/min.
Soit 3600 : 8 = 450.
Soit par défaut 450 min avant que la bouteille ne soit complètement vide.



## 3. Injections médicamenteuses

Les ampoules de produits médicamenteux portent des mentions importantes.
On peut citer [a] :

- le NOM du produit actif ;
- ne pas injecter : à ne pas utiliser pour une injection ;
- un volume de produit ;
- un volume et une concentration. Vous devez absolument rechercher la quantité de produit actif alors présent ;
- un volume et une masse de produit actif.

a

NE PAS INJECTER
SOLUTION INJECTABLE 10 mL
10 mL à 10%
10 mL - 1 g
. . .

☛ Prenez le temps de vérifier que vous avez bien l'ampoule nécessaire pour votre besoin de préparation. Les ampoules se ressemblent, sont souvent stockées dans des contenants similaires et proches. Une erreur d'inattention est possible, mais peut être dramatique.

Divers produits se présentent sous formes de petits flacons en matières plastiques (collyres, désinfectants, …) [b].



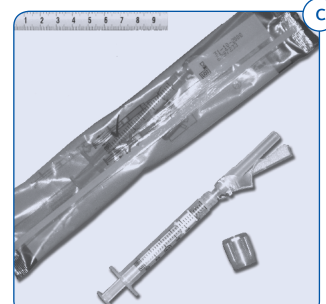

Ne jamais utiliser un produit, portant la mention « NON INJECTABLE », pour réaliser une préparation injectable.

☛ La voie d'injection artérielle est réservée au médecin.

Si l'infirmier a la possibilité de réaliser des gazométries artérielles, en aucun cas il ne peut utiliser cette voie pour injecter quoi que ce soit.

Une seringue pour gazométrie artérielle est destinée à cet usage spécifique et lui seul.
Bien lire le mode d'emploi du médicament injectable [c] :

- mode d'administration conforme à la prescription ;
- dilution éventuelle, soluté de dilution à utiliser ;
- temps maximal entre la préparation et l'injection (dégradation possible du produit reconstitué) ;
- durée de l'injection à respecter (temps systématiquement précisé pour les solutions hypertoniques).


C

On distingue :

- les solutions injectables en petites quantités (ampoules) ou grandes quantités (perfusions)
- les solutions injectables à diluer avant injection ;
- les poudres ou lyophilisat à mélanger avec un solvant avant injection ; …

***Fiche d'application***

## Injection médicamenteuse

**Question**

La prescription est de 50 mg, 6 x/j en injection sous-cutanée. Le médicament se présente en ampoules de 3 mL et 150 mg. Quelle est la quantité de produit nécessaire à chaque injection ?

**Réponse**

La prescription de 50 mg, 6 x/j en injection sous-cutanée signifie que chaque jour le patient reçoit 6 injections contenant chacune 50 mg de produit. Chaque ampoule contient 150 mg pour 3 mL. On recherche le volume « y » correspondant à 50 mg, quantité à injecter. On procède au produit en croix suivant : 150 x y = 50 x 3 soit y = 50 x 3 : 150 = 1 mL. Chaque injection nécessite 1 mL de produit.

## Entraînement : Injection médicamenteuse

### Exercice n°1

**Question :**

La prescription est de 12 mg 3 x/j en injection sous-cutanée.
Le médicament se présente en ampoules de 2 mL et 150 mg.
Quelle est la quantité de produit nécessaire à chaque injection ?

**Votre réponse :**

**Réponse :** La prescription signifie que chaque jour le patient reçoit 3 injections contenant chacune 12 mg de produit.
Chaque ampoule contient 150 mg pour 2 mL.
On recherche le volume y de produit à injecter sachant que : 150 mg pour 2 mL et 12 mg pour y mL.
On effectue le produit en croix suivant : 150 x y = 12 x 2.
Soit y = 2 x 12 : 150 = 0,16 mL de produit à injecter pour chacune des 3 injections quotidiennes.

## Exercice n°2

**Question :**
La prescription est de 42 mg 5 x/j en injection sous-cutanée.
Le médicament se présente en ampoules de 3 mL et 100 mg.
Quelle est la quantité de produit nécessaire à chaque injection ?

**Votre réponse :**

**Réponse :** La prescription signifie que chaque jour le patient reçoit 5 injections contenant chacune 42 mg de produit.
Chaque ampoule contient 100 mg pour 3 mL.
On recherche le volume y de produit à injecter sachant que 100 mg pour 3 mL et 42 mg pour y mL.
On effectue le produit en croix suivant : 100 x y = 42 x 3.
Soit y = 3 x 42 : 100 = 1,26 mL de produit à injecter pour chacune des 5 injections quotidiennes.

## Exercice n°3

**Question :**
La prescription est de 45 mg 3 x/j en injection sous-cutanée.
Le médicament se présente en ampoules de 2 mL et 150 mg.
Quelle est la quantité de produit nécessaire à chaque injection ?

**Votre réponse :**

**Réponse :** La prescription signifie que chaque jour le patient reçoit 3 injections contenant chacune 45 mg de produit.
Chaque ampoule contient 150 mg pour 2 mL.
On recherche le volume y de produit à injecter sachant que 150 mg pour 2 mL et 45 mg pour y mL.
On effectue le produit en croix suivant : 150 x y = 45 x 2.
Soit y = 2 x 45 : 150 = 0,6 mL de produit à injecter pour chacune des 3 injections quotidiennes.

## Exercice n°4

**Question :**
La prescription est de Y mg 4 x/j en injection sous-cutanée.
Le médicament se présente en ampoules de 2 mL et 25 mg.
On injecte 1,2 mL de produit pour chacune des injections prescrites.
Quelle est la dose, en milligrammes, prescrite pour chaque injection ?

**Votre réponse :**

**Réponse :** Le médicament se présente en ampoules de 2 mL et 25 mg.
On recherche la valeur y mg correspondante à 1,2 mL soit le produit en croix suivant :
y x 2 mL = 25 mL x 1,2 mL.
Soit : y = 25 x 1,2 : 2 = 15 mg pour chacune des injections de 1,2 mL.

**Exercice n°5**

**Question :**
La prescription est de Y mg 6 x/j en injection sous-cutanée.
Le médicament se présente en ampoules de 5 mL et 100 mg.
On injecte 1,1 mL de produit pour chacune des injections prescrites.
Quelle est la dose, en milligrammes, prescrite pour chaque injection ?

**Votre réponse :**

**Réponse :** Le médicament se présente en ampoules de 5 mL et 100 mg.
On recherche la valeur Y mg correspondante à 1,1 mL soit le produit en croix suivant :
y x 5 mL = 100 mL x 1,1 mL.
Soit : y = 100 x 1,1 : 5 = 22 mg pour chacune des injections de 1,1 mL.



# 4. Perfusion classique



## 4.1. Présentation

Certains produits médicamenteux, les solutés injectables, sont présentés en poches souples, flacons en verre ou en matière plastique [a].
On trouve sur ces conditionnements un site pour l'injection de produits additionnels et un site pour connexion à une ligne de tubulure de perfusion.

On dispose de plusieurs modèles de tubulures classiques de perfusion [b].

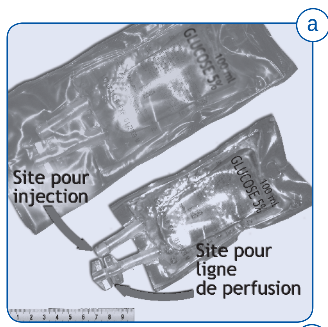
Une tubulure de perfusion comporte plusieurs éléments, dont il faut bien connaître l'usage.

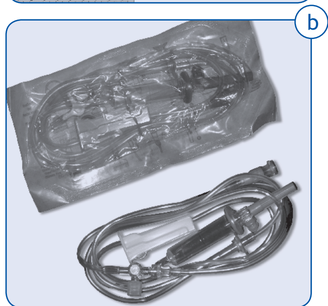
Pour régler le débit de la perfusion on agit sur une molette de réglage, qui ouvre plus ou moins le débit, et une chambre compte-gouttes qui permet de contrôler le débit effectif délivré au patient.

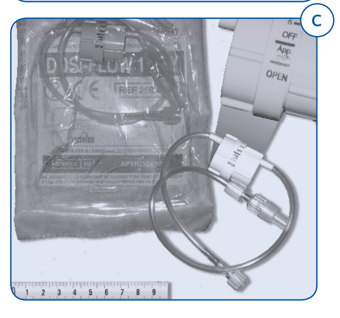
Le « dosiflow » permet d'obtenir un débit de perfusion précis et constant. Il est moins sensible aux mouvements du patient qu'une classique molette de réglage de perfusion [c].

- Il ne dispense en aucun cas le soignant d'une surveillance classique de la perfusion.

Dans certains services, l'utilisation de ce matériel est obligatoire pour la perfusion de certains produits ou pour certains types de patients (enfants).



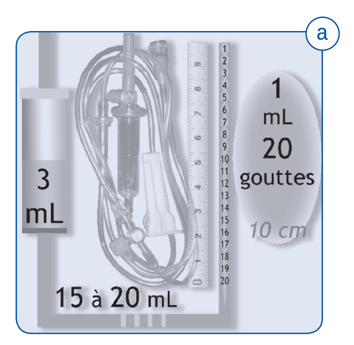





## 4.2. Débit de perfusion

Une tubulure classique de perfusion mesure environ 18 à 20 centimètres de long. Elle peut contenir 15 mL à 20 mL de solution injectable.



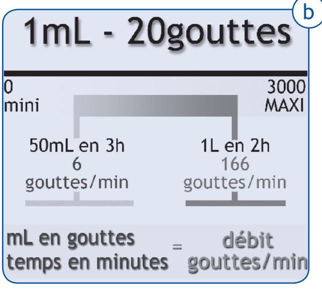

La chambre compte-gouttes à moitié remplie contient 3mL de produit. 10 centimètres de tubulure correspondent à environ 1mL de produit [a].

Les tubulures sont calibrées.

- Retenir : 1 mL = XX (20) gouttes.

Une tubulure de perfusion classique permet en théorie un débit de 0 à près de 3000 gouttes par minutes (1,5 L en 10 min).

- La zone d'utilisation pratique des débits de perfusion est comprise entre :
  - 6 gouttes/min (50 mL en 3 h) ;
  - 166 gouttes/min (1 L en 2 h).




Tout débit calculé, situé en dehors de cette zone, est une possible erreur de calcul. Contrôler le raisonnement et les calculs ! [b]

- On convertit le volume perfusé en nombre de gouttes et le temps en minutes pour obtenir un débit en gouttes par minute.

Le débit peut-être limité par l'utilisation de cathéters de faible diamètre ou un réseau veineux défaillant. Pour perfuser rapidement de grands volumes, le médecin pourra mettre en place une voie veineuse dite centrale, avec un accès sur de gros vaisseaux.

On repère les cathéters par leur couleur et leur diamètre exprimé en Gauge (G) : jaune (24 G) à orange (14 G). Plus grand est le Gauge et plus fin est le cathéter.



## 4.3. Réglage pratique

En pratique, on ne peut régler qu'un nombre entier de gouttes par minutes.
Il convient d'arrondir les résultats des calculs :

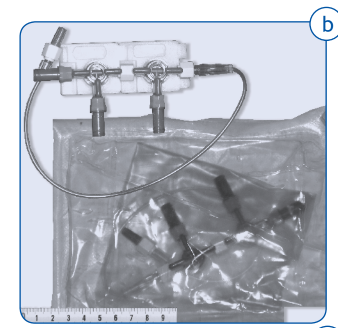
- soit à l'unité supérieure, on parle de résultat par excès ;
- soit à l'unité inférieure, on parle de résultat par défaut.




Cette règle est valable pour toutes les situations où l'on doit arrondir un calcul [a].

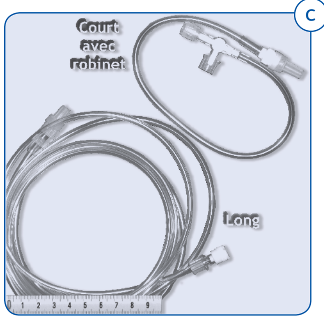
Les prolongateurs et les rampes de robinets permettent l'ajout de lignes de perfusion sur la ligne principale.

Toujours se référer aux protocoles de services pour l'utilisation de ces dispositifs (mode d'emploi, désinfection, manipulation des robinets, renouvellement, …) [b].


b

Les réglages des différentes perfusions sont interdépendants. La modification d'un débit de perfusion, impose le contrôle, voire le réglage des autres débits.

On utilisera divers types de prolongateurs de perfusion : long, court, avec ou sans robinet [c].

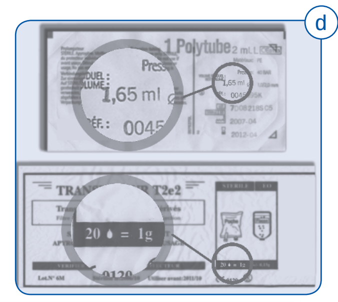


c

L'ajout systématique de raccords et prolongateurs est inutile : surcoût, risque infectieux majoré, risques accrus de fuites, mauvaise perméabilité, perturbation du débit, …

Les emballages des matériels de perfusion affichent des renseignements utiles et pratiques.

On notera par exemple, sur l'emballage du haut, le volume d'un prolongateur de tubulure de perfusion : 1,65 mL [d].



d

*Fiche d'application*

## Débit de perfusion

**Question**

Calibre des tubulures : 1 mL pour 20 gouttes.

1) Calculez le débit (exprimé en gouttes/min) de cette perfusion : 500 mL en 12 h.

2) En combien de temps (exprimé en heures) une perfusion de 500mL sera terminée si le débit est de 56 gouttes/min.

3) Une perfusion avec un débit de 41 gouttes/min se termine en 2 h. Quel est le volume de perfusion (exprimé en litres) ?

**Réponse**

1) On convertit les unités de l'énoncé. 500 mL ou 500 x 20 = 10000 gouttes.
12 h ou 12 x 60 = 720 min. On a un débit de 10000 : 720 = 13,88 soit 14 gouttes/min par excès.

2) 500 mL ou 500 x 20 = 10000 gouttes. 56 gouttes/min soit pour les 10000 gouttes :
10000 : 56 = 178,57 min soit 178,57 : 60 = 2,97 h soit 3 h par excès.

3) 2 h soit 2 x 60 = 120 min. 41 gouttes/min soit en 120 min 120 x 41 = 4920 gouttes.
Soit 4920 : 20 = 246 mL soit 0,25 L par excès.